

PLANEJAMENTO E FABRICAÇÃO DE UMA PONTE ROLANTE PNEUMÁTICA PORTÁTIL

Rômulo Diêgo Marinho Siqueira, romulodiegoms@hotmail.com¹

Bruno de Alencar Carneiro, brunoalk@hotmail.com¹

Rayanne Pinto Costa, rayanne_eng@hotmail.com¹

Lucas Matheus Lima Leite, lucas.leite.castro@hotmail.com¹

¹Instituto Federal do Maranhão – IFMA, Getúlio Vargas Av., 4 - Monte Castelo, São Luís - MA, 65030-005.

Resumo: O projeto envolve a fabricação de uma ponte rolante (guindaste de pórtico) pneumática para movimentação de materiais, requerido para içamento de cargas e fácil movimentação através do espaço de trabalho. Nos laboratórios de mecânicas, se faz necessário a utilização de ferramentas que facilitam a movimentação de equipamentos, com segurança e precisão. Além de proporcionar esses benefícios ao laboratório, este projeto fornecerá aos alunos uma aplicação prática usando um exemplo prático em mecânica de fluidos, sobre elevação de cargas, design estrutural e teoria de controle para ajudar a promover sua educação. A estrutura principal consiste de duas partes de armação em formato “T”, com um feixe de ligação no ponto mais alto. A trama está posicionada sobre rolos de bloqueio giratórios, que permitem fácil movimentação e posicionamento da grua. O uso do alumínio como material estrutural primário e o projeto modular da estrutura principal permitiram que o guindaste fosse desmontável, mas resistente para a aplicação. Isto tornou a estrutura relativamente fácil de transportar, com um tempo mínimo gasto na montagem e desmontagem. No sistema de tubagens, a disposição do conceito de ponte H que foi utilizada para controlar o fluxo de fluido foi implementada no projeto para proporcionar fluxo de fluido adequado para os motores de engrenagem que permitiam o controle de movimento. Está sendo estudado a ampliação do projeto para aplicação de uma ponte rolante com maior capacidade de carga.

Palavras-chave: guindaste, pneumático, fabricação

1. INTRODUÇÃO

A utilização de equipamentos modernos e que não comprometam a segurança dos trabalhadores vêm, rapidamente, tornando-se uma grande exigência por parte de muitas empresas. Os guindastes de pórtico exigem uma operação segura e confiável para movimentar cargas de um lugar para outro com grande eficiência, implementando o processo de produção e garantindo que os operadores trabalhem de forma mais precisa, segura e eficaz. Maquinários seguros e eficientes permitem uma operação benéfica, maior contribuição para o desenvolvimento econômico e ajudam na redução dos índices de acidentes de trabalho. Um aspecto importante para um estudante se destacar profissionalmente, é ter o conhecimento da tecnologia incorporada à estas máquinas, tornando-os uma força de trabalho qualificada para o setor industrial. Com a evolução das tecnologias o cenário do comércio mundial sofreu grandes alterações e proporcionou concorrências cada vez maiores entre as grandes economias. Isto posto, surgiu a necessidade de se ter um serviço mais rápido e seguro para movimentação de cargas, não só no trajeto da mercadoria, mas também no traslado, incluindo a carga e descarga.

Uma ponte rolante é uma espécie de guindaste. É comumente utilizada para transporte em portos, na construção naval, em indústrias de fundição, entre outras áreas. O estudo objetivou projetar e fabricar um guindaste de pórtico para içamento e movimentação de cargas em um espaço de trabalho estabelecido usando um sistema pneumático. Toda a estrutura tem a capacidade de ser desmontada para facilitar o armazenamento, além de ser equipado com controles de interface humana.

Para o êxito na conclusão do projeto, foi necessária aplicação de modelagem sólida avançada, design de componentes mecânicos e sistemas. A estrutura resultante, além de uma ferramenta de grande utilidade, fornecerá suporte, servindo como plataforma de testes para futuros projetos, permitindo aos futuros alunos aplicar na prática os conhecimentos obtidos em sala de aula, superando a simulação de problemas e desafios encontrados na indústria, contribuindo assim ainda mais para a formação acadêmica e profissional.

A ponte rolante projetada foi fabricada para fins acadêmicos. Apesar de não possuir as mesmas capacidades de um maquinário de porte industrial, proporciona aos estudantes assimilar conhecimentos em diversas áreas da engenharia tais como projeto da estrutura, elevação de cargas, mecânica dos fluidos, mecanismos, programação e teoria de controle. Além disso, a grua pode ser utilizada como uma grande plataforma de testes e fonte de pesquisa, tanto a nível de graduação e pós-graduação.

A questão ambiental foi um fator importante na escolha dos componentes para este projeto. Com o objetivo de ser o mais seguro ambientalmente quanto possível, a estrutura de base do guindaste foi concebida com alumínio, escolhido por apresentar características importantes, tais como a leveza, durabilidade, resistência à corrosão e por ser facilmente reciclável. Além disso, existem vários programas de reciclagem criados para componentes elétricos, que abrangem os mais variados tipos de materiais, dessa forma, olhando para todas as partes individuais do conjunto, observa-se que a maioria das partes podem ser recicladas de forma segura de acordo com padrões ambientais.

A ponte rolante é um sistema mecânico subatuado, ou seja, possui um número maior de parâmetros a serem controlados do que entradas de controle. Ao se projetar o controle desse tipo de sistema é muito importante que todos os comandos sejam feitos de forma correta e precisa. Caso não seja feito dessa forma, a carga pode apresentar oscilações que comprometam a agilidade do transporte e até mesmo a segurança da operação (Chwa, 2009).

Yang (2009) diz que uma proposta de automação e controle deste tipo de ponte se torna de grande valia quando se tem em conta a dificuldade de determinar padrões quando estas pontes são operadas manualmente. No caso de operação manual, a ponte é controlada de acordo com a experiência e características normalmente usadas por seu operador, fazendo com que o tempo de operação entre o içamento e a descida da carga seja diferente e dependa de quem a está operando, não possibilitando assim estabelecer com precisão uma média de tempo necessário para a conclusão da atividade.

O controlador PID (Proporcional, Integral e Derivativo) tem sido utilizado na indústria há mais de 6 décadas com resultados favoráveis. É um método empírico e de fácil implementação, por isso o seu grande sucesso. PWM (Pulse Width Modulation) refere-se ao conceito de pulsar rapidamente um sinal digital em um fio. Junto com muitos outros usos, ele pode ser usado para simular uma tensão estática variável. PWM é comumente usado para acionar motores, aquecedores, LEDs ou luzes em diferentes intensidades ou velocidades.

2. METODOLOGIA

O guindaste de pórtico projetado para a instituição foi concebido para ter a mesmas funcionalidades de uma grua industrial, sendo proporcionalmente menor em relação ao tamanho físico e capacidade de carga, segundo as especificações internacionais contidas no manual do Techgroup (2009). O produto final será fluido alimentado, capaz de erguer uma carga de 50lb e mover-se horizontalmente e verticalmente em todo o espaço de trabalho.

A estrutura da ponte rolante é feita de liga de alumínio. O tipo de alumínio usado é o 6061-T651. Segue tabelas (1) e (2) com as características do material.

Tab (1). Composição química da liga de Alumínio

ELEMENTOS	Magnésio	Silício	Ferro	Titânio	Cobre	Manganês	Crômio	Zinco	Outros
Conteúdo(%)	0,8-1,2	0,4-0,8	<=0,7	<=0,15	0,15-0,4	<=0,15	0,04-0,35	0,05	0,15

Tab (2). Características Físicas do liga de Alumínio

Número da Liga-Temperamento	Resistência a tração (Mpa)	Resistência ao escoamento (Mpa)	Elongação (%)
T651	289	242	10

A Fig. (1), mostra a estrutura do guindaste. Para a parte superior, foi utilizado um tubo retangular padrão de 2"x4"x1/8". Os lados são suportados por dois feixes em formato "T", utilizando uma viga horizontal reta ligando-os juntos. Para facilitar a montagem e desmontagem rápida da estrutura, duas placas de 3/8" estão ligadas em cada lado da parte superior e são fixados com parafusos padrão de 1/2". Cada parafuso possui porcas flange-serrilhadas, o que reduz a possibilidade dos parafusos se afrouxarem com a vibração. A estrutura de toda a trama está sobre rolos de rodízio giratório, que permitem a fácil movimentação e posicionamento da grua. Para eliminar a possibilidade de esmagamento do tubo retangular da base por possível excesso de torqueamento dos parafusos, uma "placa de aperto" de 1/4" foi projetada para fazer uma espécie de "sanduíche" com os suportes dos rolos giratórios. Um carrinho (trolley) está localizado no topo do feixe superior e abriga dois motores pneumáticos de baixa velocidade.

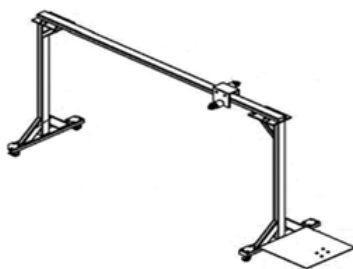


Figura 1. Estrutura do guindaste

O sistema de mecatrônica controla tanto o movimento horizontal quanto o vertical do gancho do guindaste. Isto foi conseguido através da aplicação do conceito de uma ponte “H” pneumática que possibilita o fornecimento do controle bidirecional. Cada motor é acompanhado por uma ponte pneumática, constituída por quatro válvulas solenoides. Duas válvulas controlam cada sentido do motor.

O operador controla a direção do guindaste usando cinco botões de pressão em um controle remoto. O primeiro botão funciona como dispositivo de segurança, devendo ser pressionado antes de todos os outros comandos, só assim permitindo os movimentos desejados. Os quatro botões restantes são os controladores de direção: um botão para cima, um para baixo, um para a esquerda e um para a direita.

A velocidade do gancho do guindaste será controlada por um regulador proporcional, localizado na linha pneumática principal. Posicionado logo após o compressor de ar e permitindo que o operador regule a velocidade pelo controle da pressão que é fornecido aos motores. Este ajuste pode ser feito pelo operador, utilizando um potenciômetro, localizado no controle remoto. O conceito de uma ponte “H” pneumática está ilustrado na Fig. (2).

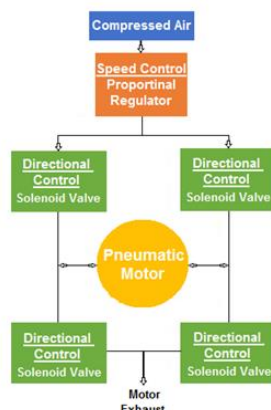


Figura 2. Ponte “H” pneumática

2.1 Componentes do Guindaste

Para operar o guindaste de pórtico usando fluido, foram considerados dois tipos: hidráulicos e pneumáticos. Após análise, o pneumático foi escolhido por várias razões. Uma vez que a grua precisava ser concebida para ser desmontada, o fluido pneumático permite um processo mais limpo. De acordo com Munson (2009), em estudo aprofundado na área, afirma que além de ser mais rentável do que a tecnologia hidráulica, sistemas pneumáticos possuem maior facilidade de manutenção e confiabilidade.

Com base nos requisitos do guindaste, foi tomada a decisão de se usar um motor pneumático. Em publicação recente (GAST, 2012), tais motores pneumáticos usam engrenagens de baixa velocidade movidas a ar, que apresenta características peculiares, como redução de 1:15 15, operação horizontal ou eixo para baixo, movimento reversível, e carga máxima radial com impulso final zero, que variam de 100 libras a 333 rpm, à 33,3 libras a 200 rpm. Os fatores decisivos para a escolha desse motor basearam-se na produção de torque, gamas de funcionamento e características de baixa velocidade. Operar a uma baixa velocidade era uma importante consideração de concepção para aumentar a segurança da grua, diminuindo o movimento dinâmico do gancho do guindaste.

Análise estrutural do sistema mecânico foi realizada após a criação de um modelo 3-D. O design dos diferentes componentes do trolley foi muito importante para que ela funcionasse como previsto. Estes diferentes componentes incluem: rodas livres, eixos, dispositivos de acoplamento, rolamentos, uma roda motriz, polia e cabos.

O conceito da ponte “H” pneumática foi testado utilizando o sistema “Festo”, no laboratório de Mecatrônica. As duas primeiras válvulas do circuito foram 3/2 vias com botões de pressão e na parte inferior as duas válvulas do circuito eram manualmente ajustáveis de controle de fluxo de sentido único. O motor foi simulado com um cilindro pneumático ranhurado. Este foi um bom começo, mas não uma representação exata do circuito utilizado ao final da formação dos componentes. Não foram considerados ainda nesses testes os sinais de controle.

O circuito pneumático seguinte é composto por válvulas ajustáveis manuais, de controle de fluxo de sentido único (no topo do circuito), seguido por 5/3 vias válvulas solenóides, 3/2 vias válvulas com botões de pressão, e um controle proporcional-integral-derivativo (PID) que foi adicionado para controlar as válvulas de solenóide. O circuito foi testado sem o cilindro, a fim de obter uma compreensão de como as válvulas de 5/3 vias operam. Observou-se que o controlador PID com as válvulas 5/3 vias foi suficiente para controlar o fluxo.

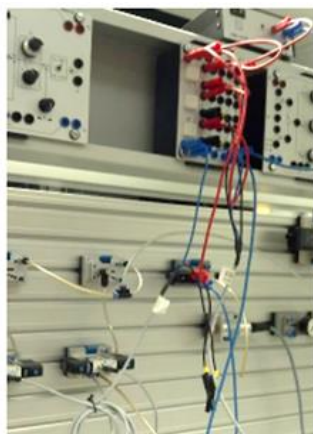


Figura 3. Ponte "H", circuito 1

O passo seguinte foi para substituir o controle PID por um controle PWM (Pulse Width Modulation). A substituição teve como objetivo a possibilidade de poder controlar o guindaste com a programação no Arduino. No entanto, de acordo com a Autodesk Inc (2013), uma vez que um controlador Arduino funcionará apenas em um sinal de 5V e as válvulas solenóides operaram a 24V, o circuito teve de ser concebido para trabalhar nas duas tensões diferentes. Um transistor TIP foi utilizado para conectar o Arduino à um dispositivo de alta potência. Acompanhando a codificação do Arduino, um circuito elétrico foi desenvolvido e fabricado.

Para testar o código escrito e os circuitos elétricos, um circuito pneumático foi fabricado, que consistia em válvulas ajustáveis manuais de controle do fluxo de sentido único, na parte superior do circuito, um cilindro pneumático ranhurado colocado no centro do circuito para simular um motor, e na parte inferior do circuito, usadas válvulas solenoides 5/3 vias, representadas na Fig. (5). Este circuito foi criado para proporcionar um controle adequado bidirecional do cilindro, que deve transferir para os motores pneumáticos do guindaste.

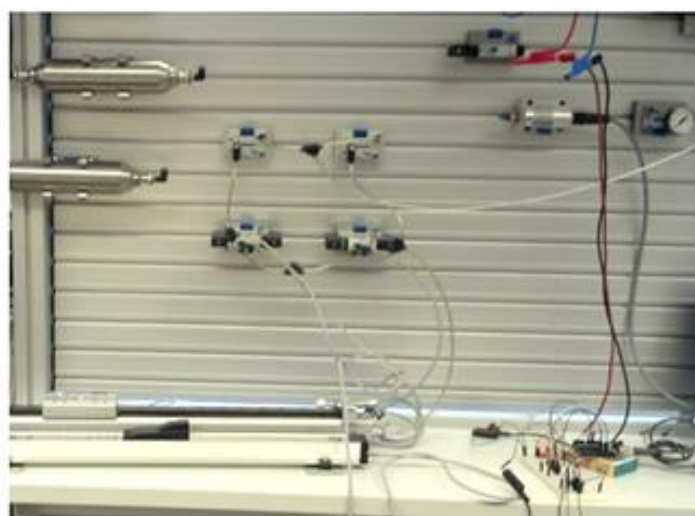


Figura 4. Ponte "H", circuito 2

A capacidade das válvulas solenóides serem usadas numa aplicação de controle de fluxo era desconhecida. O pensamento era que um sinal PWM poderia ser capaz de criar uma posição intermédia da válvula. Isto foi testado usando uma válvula de solenóide de 5/3 vias com uma ligação aberta na saída do ar, no mesmo circuito elétrico que foi utilizado no terceiro circuito de ponte "H" pneumática. Verificou-se que a válvula só funciona com um sinal analógico de 200-255 Hz, sem qualquer alteração perceptível no valor do fluxo. Portanto, não pode ser utilizado para uma aplicação de controle de fluxo.

Como resultado, observou-se que o PWM com as válvulas de 5/3 vias foi suficiente para controlar a direção do cilindro pneumático. O controle de velocidade é manual, utilizando as válvulas de controle de fluxo de sentido único, pois não existem válvulas elétricas em laboratório para esta aplicação. A ponte "H" pneumática é viável para a velocidade e controle direcional.

2.2 Cálculos da Tubulação

O sistema de tubulação para o guindaste de pórtico com alimentação de fluido é um dos componentes mais importantes de todo o projeto. Como explica Pritchard et al. (2011), cada ligação, tubulação, mudança no tamanho do tubo e mudança na direção precisa ser cuidadosamente analisada para desenvolver um sistema para lidar com as condições para os requisitos do projeto. O compressor de ar usado possui as seguintes informações: 2,5 CV, 115 V, 125 max.psi. A razão para fazer cálculos de fluxo de ar através do sistema de tubulação é certificar-se de que o projeto pode suportar as condições aplicadas e determinar a quantidade de trabalho que o eixo de saída do motor irá gerar.

Em estudo detalhado, Potter et al. (2012), afirma que antes de quaisquer cálculos serem feitos, é importante pesquisar as características de todos os componentes da tubulação, que incluem: comprimento, diâmetro interior, material, coeficiente de atrito, o coeficiente de perda e rugosidade. Além disso, características do ar, tais como: densidade, peso específico e viscosidade dinâmica para o ar à temperatura ambiente (21,1 °C), também são necessárias. Para calcular a saída do sistema, a equação da energia fornecida na Eq. (1) foi usada.

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{\alpha_1 V_1}{2g} + Z_1 = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{\alpha_2 V_2}{2g} + Z_2 + h_L + h_m \quad (1)$$

Ao realizar todo o cálculo de fluxo de tubulação, o resultado encontrado para a velocidade não apresentou um valor razoável. Como visto em Volk (2005), a equação completa que determina a velocidade na tubulação é composta por 30 termos, com mais de 180 valores adicionáveis. Uma equação deste comprimento faz com que seja muito fácil cometer um erro. Os cálculos de fluxo da tubulação não proporcionaram valores que atendessem a necessidade do projeto hidráulico, então foi necessária a realização dos testes para o fluxo de ar no sistema de tubulação. Os resultados experimentais são apresentados na Tab. 1:

Tabela 1. Resultados (Fluxo de ar)

Pressão do tanque (PSI)	Esfera de aço (SCCM)
10	-
20	23.30
30	26.60
40	29.79
50	32.90
60	35.94
70	44.82

A pressão no sistema de tubagem foi controlada pelo regulador proporcional. Foi medido o valor do fluxo em cada valor incremental de 10 PSI. Os valores de pressão acima de 20 psi fornecem fluxo de fluido suficiente para operar o movimento do guindaste a uma velocidade desejável com o controle. Portanto, o sistema de tubulação projetada que foi usado neste guindaste satisfaz os requisitos de fluido alimentado para o projeto.

2.3 Acionamentos e controle

O controle mecatrônico do sistema será fornecido através de uma ponte H pneumática, conforme detalhado na Figura 6. A ponte pneumática H permitirá a velocidade eo controle bidirecional do carro e do gancho da grua através de um controle remoto conectado. Cada motor será acompanhado por uma ponte H pneumática constituída por 4 válvulas solenóides, que são estritamente sobre ou fora das válvulas. Duas válvulas irão controlar cada direção do motor. O controle geral será fornecido com um remoto conectado. O circuito elétrico para o controle remoto é baseado no conceito pneumático acima e no circuito elétrico testado no Laboratório de Mecatrônica. O circuito elétrico final implementará um microcontrolador Arduino Micro. Todo o esquema está localizado no Apêndice E. O circuito para cada válvula solenóide conterá um transistor TIP31 e um diodo para preencher o espaço entre o sinal 5V Fornecido pelo Arduino e a alimentação de 24V para as válvulas solenóides. O circuito regulador proporcional implementará um circuito amplificador operacional não-inversor para amplificar o sinal 5V do Arduino Mirco para o sinal 10V requerido pelo regulador.

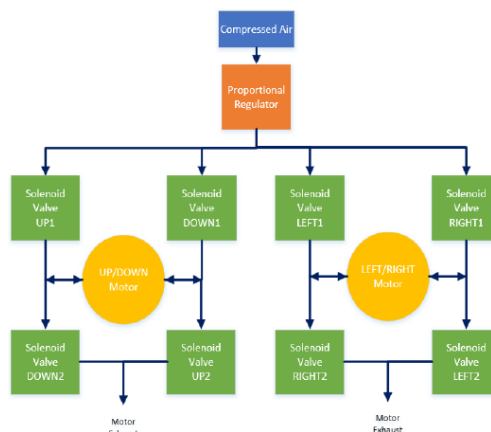


Figura 5. Conceito Geral de Controle Pneumático

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As simulações usando análise de elementos finitos considerou um peso de 65,8 lb resultou em valores valores pequenos de deformação como pode ser observado na figura 6. As áreas onde há maior solicitação foram também reforçadas. Analisou-se também as tensões nas direções xx, xy e xz, obteve-se como máximo valores respectivamente 3,8 ksi, 3,2ksi e 0,81 ksi. Como resultado a estrutura é capaz de suportar a carga e o seu peso.

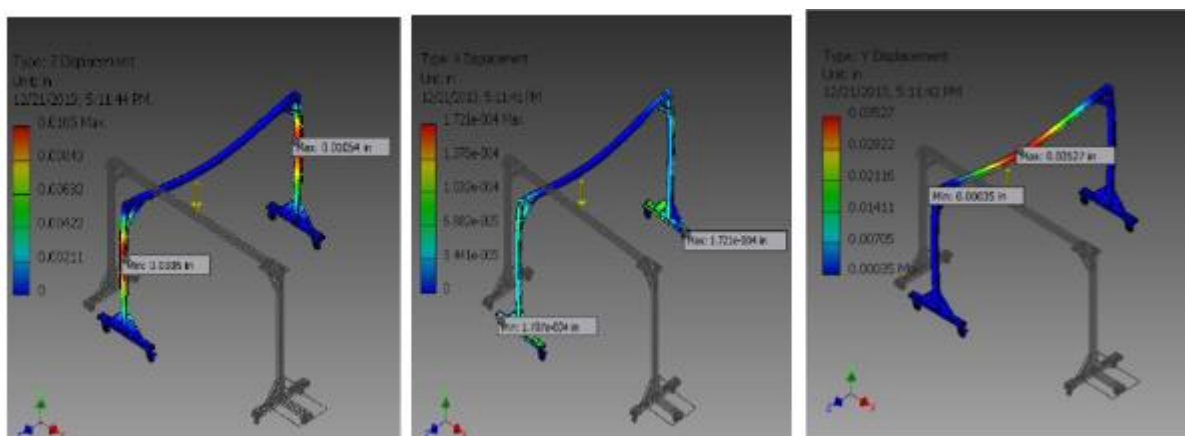


Figura 6. FEA - deslocamentos

O resultado final após fabricação, montagem e testes pode ser visível na Figura 6.



Figura 7. Guindaste de pórtico fluido alimentado

As dimensões do trolley proporcionam espaço suficiente para suportar os motores e rolos de acionamento de cada lado como mostrado na Fig. (8):

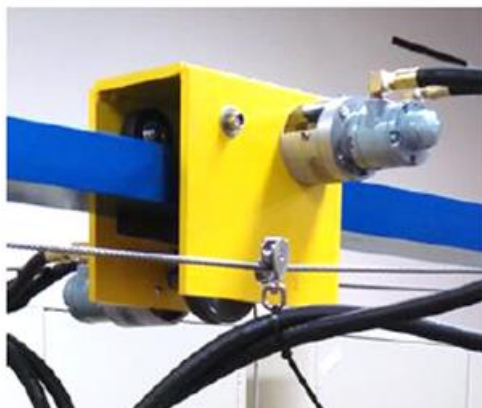


Figura 3. Montagem final do trolley

De um lado do trolley foi fixado um motor pneumático que alimenta o movimento do gancho para cima e para baixo. Localizado no outro lado, o segundo motor pneumático é responsável pelo movimento do carrinho sobre a viga superior, e consequente movimento horizontal do gancho. Para mover o gancho do guindaste verticalmente, uma polia foi usada para girar sobre seu eixo e recolher o cabo do gancho, envolvendo-o em torno da roldana durante o movimento. O eixo é fixado ao motor de acionamento numa extremidade e suportado por um rolamento de esferas de aço, por outro. A polia é posicionada sobre o centro do veio. Um pequeno furo foi feito na polia para permitir a melhor fixação do cabo e confiabilidade no içamento da carga desejada.

O ar comprimido é fornecido através de dois tubos de diâmetro de 3/8" por motor. Duas mangueiras diferentes permite a entrada de ar do motor a partir de duas direções diferentes, que é usado para controlar o sentido de rotação do motor. Usando os diferentes sentidos de rotação, os motores são usados para levantar e abaixar o gancho do guindaste, bem como mover para a esquerda e para a direita em toda a área de trabalho do guindaste de pórtico.

Um empecilho encontrado ao final do projeto foi o pouco peso final do trolley, durante o movimento horizontal sobre a viga o atrito gerado não foi suficiente para obter a fricção suficiente sobre as rodas para o movimento. A solução encontrada foi a aplicação de fita antiderrapagem ao longo da parte superior da estrutura por onde as rodas de acionamento carrinho passam, bem como na roda propriamente dita. Depois de testar o movimento do trolley com a adição da fita antiderrapante, houve uma melhora no movimento, mas ainda existia alguns pontos onde ele ficava preso. A solução encontrada então foi adaptar um suporte à parte superior do carrinho e liga-lo ao cabo de aço que sustenta as mangueiras. Ao fazer isso, o peso das mangueiras é aplicado à parte superior da estrutura do carrinho, permitindo a que as rodas gerem atrito suficiente para mover o carrinho horizontalmente sem escorregar.

Alguns problemas foram enfrentados com relação às mangueiras, pois são pesadas e rígidas de modo que o movimento horizontal carrinho não operava de forma eficiente. Para ajudar a suportar o peso das mangueiras, um sistema auxiliar composto por dois cabos correndo em paralelo ao feixe superior, foi posicionado em ambos os lados. Uma série de pequenas roldanas foi usado para segurar a mangueiras pendura-las sobre os dois cabos no ar.

O projeto elétrico definitivo utilizou uma placa de circuito impresso (PCB) projetada para agir como um controlador para a operação do guindaste. Este projeto final, retratado na Fig. (9), foi testado usando uma placa de ensaio como confirmação. O PCB está equipado com cinco botões de pressão utilizados para controlar os movimentos verticais e horizontais do carrinho e do gancho do guindaste. Além de um botão especial que atua como uma ferramenta de segurança, para permitir a operação dos demais.

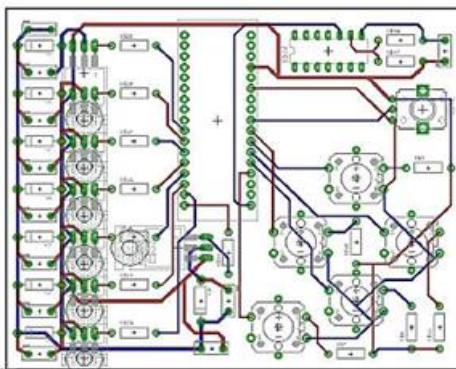


Figura 9. Circuito PCB

Pressionando um botão direcional e o ativador simultaneamente, um sinal é transmitido para a unidade de controle do sistema, um Arduino Micro. O Arduino, retransmite o sinal para as válvulas solenóides correspondentes através de dois dos oito transistores. Esses transistores funcionam como chaves de ativação dos solenóides, e como barreiras entre a fonte de alimentação de 24 VDC dos solenóides e 5 VCC do Micro. Se as duas fontes de alimentação não forem devidamente isoladas, o abastecimento dos solenóides de 24 VDC pode causar picos de energia em alguns dos eletrônicos sensíveis, causando-lhes avarias.

A velocidade total do sistema é controlada pelo regulador proporcional localizado na principal linha pneumática, imediatamente após o compressor de ar. O valor do regulador proporcional pode ser variado a partir do PCB através de um potenciômetro de bordo. Este arranjo irá permitir ao operador controlar a velocidade do carrinho e o gancho através do controle da pressão que é fornecido para os motores.

4. CONCLUSÃO

Os resultados dos testes com içamento de carga mostraram que, em geral, o projeto foi um sucesso pois este foi capaz de içar uma carga de 50 lb e movimentá-la sem apresentar deformações na estrutura. O uso de alumínio como material primário e a configuração estrutural permitiu que a grua fosse desmontável e ao mesmo tempo estável e resistente. A estrutura é relativamente fácil de desmontar e transportar, com um tempo mínimo de montagem e desmontagem. Além disso, as dimensões da estrutura torna viável seu uso no laboratório de máquinas de elevação e transporte.

Apesar da ponte pneumática H como um todo funcionou muito bem, mas algumas melhorias podem ser realizadas posteriormente, como resolver pequenos vazamentos devido a folgas nos acessórios da tubulação e trocar as mangueiras por outro material mais leve e menos rígido. Um outra melhoria que pode ser feita no projeto é usar um regulador alternativo, uma vez que o regulador proporcional atual não permite controlar o fluxo por comando via Arduino Micro. A parte elétrica do projeto funcionou bem, mas pode ainda ser melhorado. O design do PCB deve ser redesenhado para permitir um acesso mais fácil aos componentes elétricos.

5. REFERÊNCIAS

- Autodesk, 2013, "Use of Arduino with TIP120 Transistor to Control Motors and High Power Devices". 25 Nov. 2015, <<http://www.instructables.com/id/Use-Arduino-with-TIP120-transistor-to-control-moto>>
- CHWA, D. (2009). Nonlinear tracking control of 3-D overhead cranes against the initial swing angle and the variation of payload weight. IEEE Transactions on Control Systems Technology, vol. 17, no 4, July.
- GAST, 2009, "Air Motors X Gear Motors". 12 Feb. 2015, <http://gastmfg.com/catalogs/Airmotor_D10_Catalog_Final_Feb09-2012_lo-res.pdf>
- Munson, B.R., Young, D. F., Okishi, T. H., and Huebsch, W. W., "Fundamentals of Fluid Mechanics", Ed. John Wiley and Sons inc, Sixth Edition, 2009.
- Potter, M. C., Wiggert, D. C., and Ramadan, B. H., "Mechanics of Fluids", Fourth Edition, 2012.
- Pritchard, P. J., "Fox and McDonald's Introduction to Fluid Mechanics", Ed. John Wiley and Sons inc, Eighth Edition, 2011.
- Techgroup, C., 2009, "Civil Engineering Basics-Gantry Cranes". 19 Set. 2013, <<http://www.concretebasics.org/articlesinfo/gcoht1.php>>
- Volk M., "Pump Characteristics and Applications", Ed. Taylor & Francis Group, Second Edition, 2005.
- YANG, J. H. (2009). On the adaptative tracking control of 3-D overhead crane systems. Adaptative control, Kwanho You (Ed.), ISBN: 978-953-7619-47-3.

6. DIREITOS AUTORAIS

Os autores são os únicos responsáveis pelo material impresso contido neste artigo.

PLANNING AND FABRICATION OF A PORTABLE PNEUMATIC GANTRY CRANE WITH THE USE OF RECYCLABLE

Rômulo Diêgo Marinho Siqueira, romulodiegoms@hotmail.com¹

Bruno de Alencar Carneiro, brunoalk@hotmail.com¹

Ricardo Medeiros Rodrigues, ricardo.medeiros@engmecanico.com¹

Lucas Matheus Lima Leite, lucas.leite.castro@hotmail.com¹

¹Instituto Federal do Maranhão – IFMA, Getúlio Vargas Av., 4 - Monte Castelo, São Luís - MA, 65030-005.

Resumo: This project involved the design of a fluid powered gantry crane for material handling. The project consisted of the manufacturing of a pneumatic crane (gantry crane) for moving materials that are required for cargo access and easy movement through the workspace. In mechanical laboratories, tools are necessary that facilitate movement of equipment with safety and precision. In addition to providing these benefits to the laboratory, this project provided students with a practical application using a practical example in fluid mechanics, load lifting, structural design, and control theory to help promote their education. The main frame consists of two "T" shaped frame parts, with a connecting beam not at a higher point. A weft is positioned on rotating locking rollers, which allows for easy movement and positioning of the crane. The use of aluminum as the primary structural material and the modular design of the main structure that was detachable proved to make a light but resistant design for the application. This has become a relatively easy-to-carry structure, with a minimum transport rate in assembly and disassembly. In the piping system, the arrangement of the bridge concept that was used to control the flow of fluid was implemented in the design to provide adequate fluid flow to the gear motors that allowed movement control. In order to improve the load carrying capacity, a more substantial roller is being considered for the design.

Keywords: gantry , pneumatic, design.